

DUŠAN METIKOŠ
MILOŠ MRAKOVIĆ
FRANJO PROT

Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu

Izvorni znanstveni članak
UDC 796.012.12:004.1
Primljeno 23. 12. 1986.

STRUKTURA SITUACIONIH MJERA FUNKCIONALNIH SPOSOBNOSTI

studenti fizičke kulture / funkcionalne sposobnosti / testiranje / test, konstrukcija / faktorska analiza / test, situacioni

Iz 18 situacionih motoričkih testova komponentnom analizom dobijene su četiri latentne dimenzije, interpretirane kao aerobna izdržljivost, sprint, apsolutna brzinska izdržljivost i izdržljivost u snazi.

1. PROBLEM

Funkcionalne sposobnosti čine onaj subsistem antropoloških obilježja koja su bez sumnje značajna za uspjeh u mnogim ljudskim aktivnostima, posebno kineziološkim, ako se pod funkcionalnim sposobnostima podrazumijeva sposobnost određenih organa i organskih sistema da vrše prijem, transport i transformaciju energije potrebne za određeni rad. Međutim, za razliku od znatnog dijela različitih aktivnosti, u kojima su funkcionalne sposobnosti manje-više konstante i na nižoj su razini od moguće, kineziološke aktivnosti spadaju u red onih koje iziskuju visoku razinu tih sposobnosti. Te su karakteristike osnova svih tipova izdržljivosti u aktivnostima motoričkog tipa, zbog čega su od neposrednog interesa za kineziološku znanost i praksu. Zbog toga se u trenažnim procesima većine kinezioloških aktivnosti znatan dio vremena posvećuje razvoju tih sposobnosti. Pri tom se za razvoj anaerobnih sposobnosti kao osnovni kineziološki operatori upotrebljavaju sadržaji visokog intenziteta, a zbog toga nužno kratkog trajanja, dakle oni koji iziskuju maksimalnu potrošnju energije u jedinici vremena. Naprotiv, za razvoj aerobnih kapaciteta upotrebljavaju se podražaji dugog trajanja i, shodno tome, znatno nižeg intenziteta, dakle takav rad koji se odvija u aerobnim uvjetima. Kako, međutim, postoje i kineziološke aktivnosti u kojima je nužno prisustvo i aerobnih i anaerobnih kapaciteta, komponiraju se i podražaji varijabilnog tipa, dakle u kojima se izmjenjuju aerobni i anaerobni uvjeti rada.

Takva kineziološka praksa vjerojatno je poslužila kao osnova formuliranju jednog zanimljivog modela o strukturi funkcionalnih sposobnosti (Horvat, V., 1972), koji pretpostavlja egzistenciju slijedećih latentnih dimenzija: (1) raspon regulacije transportnog sistema, (2) stabilnost regulacije transportnog sistema i (3) anaerobni kapaciteti.

Imajući u vidu kineziološku praksu i tako postavljeni model funkcionalnih sposobnosti, konstruirana je kolekcija situacionih motoričkih testova za koje se pretpostavlja da im varijabilitet dominantno ovisi o pojedinim hipotetskim dimenzijama, te je izvršena analiza njihova latentnog sadržaja u okviru eksplorativnog faktorskog pristupa. Prema tome, osnovni problem ovoga rada je da se utvrdi latentna struktura odabranih situacionih mjera funkcionalnih sposobnosti i na taj način provjeri hipoteza o egzistenciji latentnih dimenzija, definiranih kao raspon i stabilnost regulacije transportnog sistema i anaerobni kapaciteti.

2. METODE ISTRAŽIVANJA

2. 1. Uzorak ispitanika

Ispitivanje je provedeno na uzorku od 96 studenata Fakulteta za fizičku kulturu u Zagrebu, polaznika II i III godine studija, koji su u periodu ispitivanja bili potpuno zdravi i sposobni da uz maksimalno zalaganje izvedu sve motoričke testove izdržljivosti.

2. 2. Uzorak varijabli

Od različitih motoričkih aktivnosti, čiji je varijabilitet pod snažnim utjecajem funkcionalnih sposobnosti, izabrane su različite varijante trčanja i „vožnje“ na biciklergometru.

Hipoteza o znatnoj pozitivnoj povezanosti anaerobnog kapaciteta sa količinom rada, izvršenom u okviru neke motoričke aktivnosti u fiksnoj jedinici vremena, bila je osnova za konstrukciju slijedećih mjernih instrumenata za procjenu anaerobnog kapaciteta:

1. Test – AT 100
Trčanje na 100 m. Rezultat je vrijeme u desetinkama sekunde.
2. Test – AT 200
Trčanje na 200 m. Rezultat je vrijeme u desetinkama sekunde.
3. Test – AT 400
Trčanje na 400 m. Rezultat je vrijeme u desetinkama sekunde.
4. Test – AD30
Test vožnje biciklergometra u trajanju od 30 sekundi s opterećenjem koje je, kod frekvencije od 70 okretaja u minuti, ekvivalentno snazi od 150 W. Rezultat u testu je ukupni broj okretaja u zadanom vremenu.
5. Test – AD60
Test vožnje biciklergometra u trajanju od 60 sekundi s opterećenjem koje je, kod frekvencije od 70 okretaja u minuti, ekvivalentno snazi od 120 W. Rezultat u testu je ukupni broj okretaja u zadanom vremenu.
6. Test – AD90
Test vožnje biciklergometra u trajanju od 90 sekundi s opterećenjem koje je, kod frekvencije od 70 okretaja u minuti, ekvivalentno snazi od 90 W. Rezultat u testu je ukupni broj okretaja u zadanom vremenu.

Na osnovi hipoteze da je veza svake motoričke aktivnosti sa faktorom raspona regulacije transportnog sistema utoliko veća, ukoliko je u nekoj aktivnosti proizvedena veća količina rada, konstruirani su slijedeći mjerni instrumenti namijenjeni procjeni ove dimenzije:

1. Test – AT800
Trčanje na 800 m. Rezultat je vrijeme u desetinkama sekunde.
2. Test – AT1500
Trčanje na 1500 m. Rezultat je vrijeme u desetinkama sekunde.
3. Test – AT 3000
Trčanje na 3000 m. Rezultat je vrijeme u desetinkama sekunde.
4. Test – RD05
Test vožnje biciklergometrom u trajanju od 5 minuta s opterećenjem koje je, kod frekvencije od 70 okretaja u minuti, ekvivalentno snazi od 70 W. Registrira se broj okretaja u svakoj minuti rada. Konačni rezultat ispitanika u testu je linearna kombinacija svih čestica testa, centriranih na prosjek prve čestice, ponderiranih koeficijentima koji odgovaraju vrijednostima funkcije dobivene spektralnom analizom čestica testa.
5. Test – RD10
Test vožnje biciklergometrom u trajanju od 10 minuta s opterećenjem koje je, kod frekvencije od 70 okretaja u minuti, ekvivalentno snazi od 70 W. Registrira se broj okretaja u svakoj minuti rada. Konačni rezultat ispitanika u testu je linearna kombinacija svih čestica testa, centriranih na prosjek prve čestice, ponderiranih koeficijentima koji odgovaraju vrijednostima funkcije dobivene spektralnom analizom čestica testa.
6. Test – RD15
Test vožnje biciklergometrom u trajanju od 15 minuta s opterećenjem koje je, kod frekvencije od 70 okretaja u minuti, ekvivalentno snazi od 70 W. Registrira se broj okretaja u svakoj minuti rada. Konačni rezultat ispitanika u testu je linearna kombinacija svih čestica testa, centriranih na prosjek prve čestice, ponderiranih koeficijentima koji odgovaraju vrijednostima funkcije dobivene spektralnom analizom čestica testa.

Na osnovi hipoteze o povezanosti dimenzije stabilnosti regulacije transportnog sistema s varijabilitetom količine rada u sukcesivnim jedinicama vremena kod neke motoričke aktivnosti izvedene su slijedeće situacione mjere ove funkcionalne dimenzije:

1. Test – STDIV
Uzastopno trčanje dionica od 100, 200, 300, 200 i 100 metara s konstantnom pauzom od 30 sekundi između dionica. Registrira se vrijeme u desetinkama sekunde u svakoj dionici. Konačni rezultat u testu definiran je kao rezultat na prvoj glavnoj komponenti čestica testa.¹
2. Test – STPAV
Četiri uzastopna trčanja dionice od 400 metara s varijabilnim pauzama od 60, 90 i 120 sekundi između dionica. Registrira se vrijeme u desetinkama sekunde u svakoj dionici.

3. Test – STDIP

Uzastopna trčanja dionica različitih dužina (50, 100, 50, 150, 50 m) između kojih su odmori različitog trajanja (30, 45, 30, 60 sekundi). Registrira se vrijeme u desetinkama sekunde u svakoj dionici.

4. Test – SD05

Test vožnje biciklergometra u tri sekvence sa silaznim opterećenjem i pauzama od po 30 sekundi između pojedinih sekvenci:

- u prvoj sekvenci rad se izvodi 1 minutu pod opterećenjem koje je, pri frekvenciji od 70 okretaja u minuti, ekvivalentno snazi od 240 W;
- u drugoj sekvenci rad se izvodi 2 minute pod opterećenjem koje je, pri frekvenciji od 70 okretaja u minuti, ekvivalentno snazi od 150 W;
- u trećoj sekvenci rad se izvodi 1 minutu pod opterećenjem koje je, pri frekvenciji od 70 okretaja u minuti, ekvivalentno snazi od 60 W.

Za svaku se sekvencu registrira broj izvedenih okretaja.

5. Test – SD09

Test vožnje biciklergometra u pet sekvenci sa silazno-uzlaznim opterećenjem i pauzama od po 30 sekundi između pojedinih sekvenci:

- u prvoj sekvenci rad se izvodi 1 minutu pod opterećenjem koje je, pri frekvenciji od 70 okretaja u minuti, ekvivalentno snazi od 240 W;
- u drugoj sekvenci rad se izvodi 2 minute pod opterećenjem koje je, pri frekvenciji od 70 okretaja u minuti, ekvivalentno snazi od 150 W;
- u trećoj sekvenci rad se izvodi 2 minute pod opterećenjem koje je, pri frekvenciji od 70 okretaja u minuti, ekvivalentno snazi od 60 W;
- u četvrtoj sekvenci rad se izvodi 2 minute pod opterećenjem koje je, pri frekvenciji od 70 okretaja u minuti, ekvivalentno snazi od 150 W;
- u petoj sekvenci rad se izvodi 1 minutu pod opterećenjem koje je, pri frekvenciji od 70 okretaja u minuti, ekvivalentno snazi od 240 W.

Za svaku se sekvencu registrira broj izvedenih okretaja.

6. Test – SD12

Test vožnje biciklergometra u sedam sekvenci, različitih opterećenja i s pauzama od 30 sekundi između pojedinih opterećenja:

- u prvoj sekvenci rad se izvodi 1 minutu pod opterećenjem koje je, pri frekvenciji od 70 okretaja u minuti, ekvivalentno snazi od 90 W;
- u drugoj sekvenci rad se izvodi 2 minute pod opterećenjem koje je, pri frekvenciji od 70 okretaja u minuti, ekvivalentno snazi od 60 W;
- u trećoj sekvenci rad se izvodi 1 minutu pod opterećenjem koje je, pri frekvenciji od 70 okretaja u minuti, ekvivalentno snazi od 240 W;
- u četvrtoj sekvenci rad se izvodi 2 minute pod opterećenjem koje je, pri frekvenciji od 70 okretaja u minuti, ekvivalentno snazi od 30 W;
- u petoj sekvenci rad se izvodi 1 minutu pod opterećenjem koje je, pri frekvenciji od 70 okretaja u minuti, ekvivalentno snazi od 120 W;

¹ Identičan postupak kondenzacije rezultata u česticama testa primijenjen je za sve testove iz ove skupine.

- u šestoj sekvenci rad se izvodi 2 minute pod opterećenjem koje je, pri frekvenciji od 70 okretaja u minuti, ekvivalentno snazi od 210 W;
- u sedmoj sekvenci rad se izvodi 1 minutu pod opterećenjem koje je, pri frekvenciji od 70 okretaja u minuti, ekvivalentno snazi od 150 W.

Za svaku se sekvencu registrira broj izvedenih okretaja.

2.3. Metode obrade podataka

Za svrhe ovog rada rezultati mjerenja obrađeni su komponentnom faktorskom analizom, pri čemu je broj značajnih latentnih dimenzija određen u skladu sa PB kriterijem (Štalec, Momirović, 1971), a zadržane komponente transformirane su u orthoblique poziciju (Kaiser i Harris, 1966). U prethodnom postupku za sve višestruke testove izvršena je kondenzacija rezultata na prvu glavnu komponentu svih čestica mjerenja.

3. REZULTATI

Glavne osovine matrice korelacija situacionih testova funkcionalnih sposobnosti, komunaliteti tih testova, varijance glavnih komponenata i procjene njihove pozdanosti prikazane su u tabeli 1.

Četiri komponente, značajne po PB kriteriju, ekstrahirale su gotovo 65% varijance cijelog skupa varijabli, izvedenih iz mjera funkcionalnih sposobnosti. Prva se komponenta ponaša kao slab generalni faktor, definiran pretežno testovima izdržljivosti, u čijoj je osnovi efikasnost transportnog sustava uvjetovana aerobnim kapacitetima. Druga komponenta diferencira testove u kojima rezultati ovise od brzine trčanja na kratke staze, uvjetovane, osim eksplozivnom snagom i frekvencijom koraka, i učestćem anaerobnih kapaciteta, od testova izdržljivosti na biciklergometru, koji pripadaju mjerama apsolutne izdržljivosti i značajno ovise od aerobnih kapaciteta. Treća komponenta, znatno slabije definirana od prve dvije, diferencira testove u kojima rezultat zavisi pretežno od frekvencije pokreta, od testova relativne izdržljivosti procijenjene trčanjem na srednje i duže staze. I četvrta je komponenta dosta slabo definirana, ali jasno diferencira testove kod kojih rezultat zavisi od frekvencije pokreta uz relativno slabo opterećenje, od testova kod kojih rezultat zavisi od frekvencije pokreta uz znatno opterećenje, pa zato i od sile i snage.

Sklop vektora varijabli izvedenih iz situacionih testova funkcionalnih sposobnosti, nakon transformacije osnovnog koordinatnog sustava u orthoblique poziciju, prikazan je u tabeli 2. U toj su tabeli i varijance orthoblique faktora i procjena njihove pouzdanosti. U tabeli 3. su korelacije latentnih dimenzija dobijenih orthoblique transformacijom.

Dobijena je struktura sasvim zadovoljavajuće jednostavnosti i, obzirom na ukupni broj varijabli, prihvatljive pouzdanosti.

Prvi faktor definiran je svim testovima izdržljivosti u kojima rezultat ovisi od sposobnosti transportnog sistema uvjetovane aerobnim kapacitetima. Blizak prvoj glavnoj komponenti, ovaj je faktor u značajnim, ali niskim korelacijama sa sva tri ostala orthoblique faktora, što je dokaz

više da u cijelom skupu situacionih testova funkcionalnih sposobnosti u određenoj, premda nevelikoj mjeri sudjeluju sposobnosti uvjetovane aerobnim kapacitetima.

Drugi je faktor definiran svim testovima u kojima rezultat ovisi o relativnoj eksplozivnoj snazi i frekvenciji koraka, dakle o sposobnostima od kojih zavisi brzina trčanja na kratke staze, pa je nedvojbeno da se radi o do sada više puta izoliranom faktoru sprinta.

Treći je faktor definiran isključivo testovima u kojima rezultat ovisi od frekvencije pokreta uz slabo i, za sve ispitanike, konstantno opterećenje; no kako ga gotovo podjednako definiraju testovi različitog trajanja, i kako je vrijeme rada u sva tri testa bilo osjetljivo duže od vremena rada u testovima kojima se mjeri brzina definirana frekvencijom pokreta, ovaj je faktor veoma blizak sposobnosti koja se obično naziva apsolutna brzinska izdržljivost. Ovome je u prilog i značajna korelacija tog faktora sa faktorom (aerobne) izdržljivosti i sa faktorom koji će biti definiran kao izdržljivost u snazi.

Četvrti je faktor, naime, upravo definiran testovima u kojima rezultat zavisi od frekvencije pokreta uz varijabilna, ali znatna opterećenja, pa stoga i od sile i snage. Nulte projekcije testova apsolutne izdržljivosti i značajna korelacija sa faktorom saturiranim mjerama aerobnih kapaciteta dozvoljavaju da se ovaj faktor, očito blizak do sada više puta izoliranom faktoru repetitivne snage, interpretira kao izdržljivost u snazi.

Dobijeni su rezultati očito u potpunom neskladu sa hipotezom o strukturi funkcionalnih sposobnosti na temelju koje su konstruirani i kolekcionirani mjerni instrumenti, što, naravno, ne može biti dokaz da je ta hipoteza pogrešna; no, izvjesno je da se ovako konstruiranim mjernim instrumentima ta hipoteza ne može dokazati.

4. ZAKLJUČAK

Istraživanje je provedeno sa svrhom provjere hipoteze o egzistenciji funkcionalnih sposobnosti definiranih kao raspon regulacije transportnog sistema, stabilnost regulacije transportnog sistema i anaerobni kapacitet.

Rezultati dobiveni na uzorku od 96 ispitanika primjenom baterije od 18 situacionih motoričkih testova određeni su komponentnom faktorskom analizom.

Dobivene su 4 latentne dimenzije, definirane kao aerobna izdržljivost, sprint, apsolutna brzinska izdržljivost i izdržljivost u snazi. Nesklad između postavljenih hipoteza i dobivenih rezultata može se pripisati vjerojatno najviše kompleksitetu motoričkih izlaza uopće, pa i situacionih mjera funkcionalnih sposobnosti primjenjenih u ovom radu, a posebno onih konstruiranih s namjerom da se izoliraju hipotetske dimenzije stabilnosti regulacije transportnog sistema i anaerobnog kapaciteta.

Tabela 1 – GLAVNE OSOVINE SITUACIONIH FUNKCIONALNIH TESTOVA

	FAC 1	FAC 2	FAC 3	FAC 4	h^2
AD 30	-.45	.15	.64	-.25	.70
AD 60	-.51	.09	.57	-.45	.79
AD 90	-.53	.24	.39	-.50	.74
AT 100	.40	.55	-.43	-.30	.74
AT 200	.34	.68	-.24	-.14	.66
AT 400	.60	.39	.11	-.05	.52
RT 800	.46	-.02	.36	.14	.36
RT 1500	.65	.03	.32	.19	.56
RT 3000	.64	.14	.42	.10	.62
RD 05	-.68	.40	-.13	-.13	.65
RD 10	-.63	.44	-.10	-.06	.61
RD 15	-.63	.43	-.19	.04	.62
SD 05	-.36	.52	.17	.54	.72
SD 09	-.42	.46	.09	.54	.70
SD 12	-.36	.29	.25	.52	.56
STDIV	.66	.46	.03	-.00	.65
STPAV	.75	.23	.38	-.05	.76
STDIP	.46	.61	-.12	-.24	.66
λ	5.33	2.78	1.87	1.64	
%	29.61	15.43	10.39	9.04	
α	.81	.64	.47	.39	

Tabela 3 – KORELACIJE ORTHOBLIQUE FAKTORA SITUACIONIH FUNKCIONALNIH TESTOVA

	OBQ 1	OBQ 2	OB 3	OBQ 4
OBq 1	1.00			
OBQ 2	.27	1.00		
OBQ 3	-.35	-.13	1.00	
OBQ 4	-.30	.03	.28	1.00

Tabela 2 – SKLOP ORTHOBLIQUE FAKTORA SITUACIONIH FUNKCIONALNIH TESTOVA

	OBQ 1	OBQ 2	OBQ 3	OBQ 4
AD 30	.19	-.14	.82	.12
AD 60	.03	-.09	.91	-.10
AD 90	-.15	.14	.84	-.10
AT 100	-.18	.86	-.12	-.19
AT 200	-.00	.80	-.05	.08
AT 400	.49	.43	.03	.05
AT 800	.66	-.12	.05	.10
RT 1500	.77	-.04	-.05	.12
RT 3000	.84	.04	.11	.12
RD 05	-.60	.28	.25	.20
RD 10	-.53	.28	.22	.29
RD 15	-.58	.27	.08	.35
SD 05	.05	.03	-.03	.87
SD 09	-.06	-.01	-.09	.84
SD 12	.11	-.19	.00	.76
STDIV	.48	.51	-.06	.09
STPAV	.83	.23	.17	.01
STDIP	.16	.76	.07	-.03
σ^2	4.00	2.80	2.41	2.40
%	34.45	24.12	20.76	20.67
α	.75	.64	.59	.58

5. LITERATURA

1. Horvast, V.: Određivanje dimenzija sistema za transport kisika i anaerobnog kapaciteta. Institut za kineziologiju, Program istraživačkog rada, tema 2–14, Zagreb, 1972.
2. Horvat, V.: Metrijske karakteristike testova za određivanje funkcionalnih sposobnosti kardiovaskularnog sistema. Kineziologija, 1978, 8, 1–2, 17–50.
3. Kurelić, N., K. Momirović, M. Mraković, J. Šturm: Struktura motoričkih sposobnosti i njihove relacije s ostalim dimenzijama ličnosti. Kineziologija, 1979, 9, 1–2, 5–24.
4. Mekota, K.: Nekatere poznatky ze strukturalniho vyzkumu (sportovni) motoriky kandidatu a kandidatek studia telesne vychovy. Teorie a praxe telesne vychovy, 24, 5, 274–283 i 6, 334–343 (1976).
5. Sills, F.D. and J. Mitchum: Prediction of performance on physical fitness tests by means of somatotype rating. Research Quarterly, 28, 1, (1957).
6. Štalec, J. i K. Momirović: Ukupna količina valjane varijance kao osnov kriterija za određivanje broja značajnih glavnih komponenata. Kineziologija, 1971, 1, 1, 77–82.
7. Zaciorskij, V.M. i J. Arestov: Eksperimentalni sledovani korelacijskih zavislosti mezi vehem, morfologichymi a funkčnimi ukazately u 11–15 letych chlapcu. Teorie a praxe telesne vychovy, 12, 3, 112–115 (1964).
8. Zaciorskij, V.M.: Fizička svojstva sportiste. Savez za fizičku kulturu Jugoslavije, Beograd, 1975.

Dušan Metikoš
Miloš Mraković
Franjo Prot
Faculty of Physical Education, University of Zagreb

Original scientific paper
UDC 796.012.12:004.1
Received December 23, 1986

THE STRUCTURE OF SITUATIONAL MEASURES CONCERNING FUNCTIONAL ABILITIES

The investigation was carried out to check the hypothesis on the existence of functional abilities defined as the regulation range of the transport system, stability of the regulation of transport system and anaerobic capacity.

The results obtained from a sample of 96 subjects were determined by component factor analysis. The test battery involved 18 situational motor tests divided into 3 subsamples.

Four latent dimensions were obtained, defined as aerobic endurance, sprint, absolute speed endurance and endurance of force. The disharmony between the hypotheses and the obtained results may probably be attributed mostly to the general complexity of motor outputs, as well as the situational measures of functional abilities applied in this work, particularly those that were constructed with the purpose to isolate the hypothetical dimensions of regulational stability of the transport system and anaerobic capacity.

Душан Метикош, Милош Мракович, Франьо Прот
Факультет физической культуры в Загребе

СТРУКТУРА СИТУАТИВНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ

Исследование проведено с целью проверки гипотезы о существовании функциональных способностей, определенных как объем регуляции транспортной системы, устойчивость регуляции транспортной системы и анаэробная емкость.

Данные полученные в выборке, состоящей из 96 испытуемых, собраны при помощи 18 ситуативных двигательных тестов и обработаны при помощи компонентного факторного анализа.

Четыре полученных латентных фактора интерпретированы как аэробная выносливость, спринт, абсолютная скоростная выносливость и выносливость в мощности. Следовательно, полученные результаты не подтвердили поставленную гипотезу. Это можно объяснить сложностью двигательного выхода вообще, а также и ситуативных измерений примененных в настоящем исследовании, а, в частности, тех, которые составлены с целью выделения гипотетических факторов устойчивости регуляции транспортной системы и анаэробной емкости.

